

Présentation d'une technique simplifiée de préparation en courbes de niveau d'une plantation de palmiers à huile

La mise en place de plantations de palmiers à huile sur des terrains à pentes moyennes à fortes, sans aménagements, aboutit bien souvent à des résultats médiocres, parfois catastrophiques. En effet, les caractéristiques du climat équatorial et subéquatorial, dont les pluies sont très agressives, conduisent fréquemment à une dégradation de la fertilité des sols par déstructuration de l'horizon supérieur (battance) et une érosion parfois intense. Ces phénomènes sont particulièrement graves lorsque les sols sont fragiles et peu épais. D'autre part, les pertes d'eau par ruissellement peuvent atteindre dans certains cas 60 % des précipitations (Roose, 1981), accentuant le déficit hydrique naturel.

Ainsi, dans la savane de Dabou (sables tertiaires) en Côte-d'Ivoire, Prioux (1987) a observé de fortes baisses de rendement de la palmeraie de Cosrou (1970 : 12,5 t/ha - 1978 : 7,5 t/ha) et Kochko *et al* (1988) signalent de très faibles productions sur un vieux bloc de palmiers à R. Michaux⁽¹⁾ (4,7 t/ha en moyenne de 1967 à 1977). Dans les deux cas on a pu constater sur les pentes la présence de phénomènes d'érosion en nappe et rigoles parfois intenses, accompagnés d'une accumulation importante de sables dans les talwegs, pouvant atteindre plusieurs dizaines de centimètres d'épaisseur.

La mise en place d'une plantation sur des terrains en pente (supérieure à 3-5 %) ne doit donc être envisagée qu'accompagnée d'aménagements adaptés.

L'objet du présent conseil est de présenter une méthode simplifiée de plantation en courbes de niveau dont le coût de réalisation est réduit.

RAPPELS DE QUELQUES TECHNIQUES D'AMENAGEMENT

Les techniques d'aménagement des terrains en pente ont été précédemment décrites dans plusieurs articles (Turner et Gillbanks, 1974 ; Tailliez, 1975 ; Latrille, 1979 ; Caliman et Kochko, 1987 ; Prioux, 1987 ; Kochko *et al*, 1988). Elles consistent à réaliser un ouvrage (diguette, terrasse), parfois



FIG. 1. — Vue aérienne d'andainage orienté associé à des diguettes en courbes de niveau sur les pentes supérieures à 5% — (Aerial view of oriented windrowing combined with bunds along contour lines on slopes exceeding 5% — Vista aérea del apilado orientado asociado con tasquillas siguiendo las curvas de nivel en las pendientes superiores al 5 %)

à modifier simplement la disposition des andams, pour stopper le ruissellement, ou établir les plantations en courbes de niveau associées à la confection de ces ouvrages. Différentes techniques ont été proposées en fonction de la pente rencontrée :

- Tailliez (1975) conseillait de réaliser des terrasses manuelles (individuelles) ou mécaniques (en bande continue) en courbes de niveau sur les pentes supérieures à 20 %.
- Caliman et Kochko (1987) proposaient d'orienter dans tous les cas les andains constitués par les anciens palmiers ou les débris forestiers le plus perpendiculairement possible à la pente. Le système de plantation en lignes (disposition des palmiers en triangle équilatéral) permet un andainage parallèle aux lignes, ou orienté à $\pm 60^\circ$ (Fig. 1). Sur les pentes comprises entre 5 et 10 %, cette technique devait être complétée par la confection de diguettes en courbes de niveau. Sur les fortes pentes (supérieures à 8-10 %), ils conseillaient de réaliser des terrasses individuelles (Fig. 2).

(1) IDEFOR-DPO - Plantation expérimentale R. Michaux - B.P. 8 - Dabou - Côte-d'Ivoire



FIG. 2. — Plantation sur terrasse individuelle — (Individual terrace — Terraza individual)

- Prioux (1987) proposait de planter en courbes de niveau sur des pentes supérieures à 8-10 %, avec des diguettes.

Les techniques proposées sont efficaces pour lutter contre l'érosion et le ruissellement. Elles présentent cependant quelques inconvénients :

- la présence de diguettes en courbes de niveau dans une plantation en lignes peut poser des problèmes lors de l'exploitation de la palmeraie (passage des tracteurs lors des traitements...) ;
- les coûts de réalisation sont relativement élevés (Tabl. I et II) : la mise en place de diguettes avant ou après plantation coûte de 34 000 F CFA à 72 000 F CFA/ha. La technique de plantation en courbes de niveau de PHCI (Prioux, 1987) entraîne un surcoût de 132 000 F CFA/ha.

Nous avons donc cherché à mettre au point une méthode simplifiée de plantation en courbes de niveau qui permette d'obtenir des résultats satisfaisants pour des coûts de réalisation plus faibles.

TABLEAU I. — Coûts de divers aménagements anti-érosion (coût/hectare), Caliman et Kochko, 1987

	Temps	Coûts (CFA)
-Diguette en courbes de niveau avant plantation en lignes		
• Tronçonnage des andains ⁽¹⁾	M.O. : 25 j	30.000
• Arrangement de la diguette		
• Confection de la diguette (tracteur + billonneuse)	Tracteur: 1h	4.000
Total		34.000
-Diguette en courbes de niveau après plantation en lignes		
• Confection de la diguette (manuelle)	M.O. : 60 j	72 000
- Terrasses individuelles		
• Confection de la terrasse (manuelle)	M.O. : 74 j	88.800

(1) Frais de tronçonneuse non comptabilisés
Coût du tracteur : 4 000 CFA/heure
Coût de la main d'oeuvre : 1 200 CFA/jour

TABLEAU II. — Coûts comparés de plantations en lignes et en courbes de niveau avec diguettes (coût/ha) - Cas d'une replantation, Prioux, 1987

	Plantation en lignes		Plantation en courbes de niveau + diguettes	
	Temps	Coût (CFA)	Temps	Coût (CFA)
Abattage	D53 : 1,5 h	24.000	D53 : 1,5 h	24.000
Andainage	D4 : 2,5h	18.750	D4 : 6,5 h	48 750
Diguette	—	—	D53 : 3,0 h	48.000
			D70 : 3,0 h	22.500
			D4 : 1,0 h	7.500
Total main d'oeuvre (M.O.)	M.O. : 25 j	30.000	M.O. : 45 j	54 000
Total		72.750		204.750

Bull D53 : 16.000 CFA/h
Bull D4 : 7.500 CFA/h
Grader D70 : 7.500 CFA/h
M O : 1 200 CFA/j

METHODE SIMPLIFIEE DE PLANTATION AMENAGEES EN COURBES DE NIVEAUX

L'analyse détaillée sur le terrain de toutes les opérations nécessaires à la mise en place des divers aménagements a permis de faire les constatations suivantes :

- la réalisation de plantations en courbes de niveau est relativement facile et peut être faite de manière industrielle sans problème particulier,
- certaines opérations peuvent être nettement simplifiées afin de faciliter leur réalisation et diminuer largement les coûts de mise en place.

La méthode proposée a été mise au point sur la plantation expérimentale R. Michaux. Elle s'applique à la replantation d'anciennes palmeraies plantées traditionnellement en lignes.

Les différentes étapes mises en oeuvre sont les suivantes (dans l'ordre chronologique) :

- piquetage des courbes de niveau sous l'ancienne palmeraie,
- abattage et andainage simultanés en courbes de niveau,
- aménagement immédiat (terrasses) ou différé (diguette),
- piquetage définitif des emplacements des futurs palmiers.

La carte topographique est utile pour déterminer le degré des pentes et les surfaces concernées par les futurs aménagements. Elle permet également de situer les lignes de plus grande pente. S'il est impossible de disposer de la carte topographique, l'utilisation d'un clisimètre permet de connaître le degré de pente. Il est alors plus facile de travailler par parcelles élémentaires plus petites.

Dans le cas d'une plantation industrielle, il n'est pas nécessaire d'établir une carte prévisionnelle des aménagements telle que réalisée pour des parcelles destinées à l'expérimentation agronomique (Ballo et Quencez, 1991).

□ Piquetage des courbes de niveau

Afin de regrouper les opérations d'abattage et d'andainage, la matérialisation des courbes de niveau sur le terrain est la première opération à effectuer. Il est préférable de

commencer par la parcelle où la pente est la plus forte. Les opérations suivantes seront réalisées :

- repérage du point le plus haut et du point le plus bas de la parcelle, afin d'identifier la ligne de plus grande pente (ligne de base),
- abattage des palmiers le long de cette ligne de base,
- piquetage de la ligne de base à un écartement fixe de 7,80 m avec des piquets de couleur différente (utiliser au moins 3 couleurs). Ces piquets représentent les têtes de ligne,
- piquetage des courbes de niveau à partir des têtes de ligne (conserver la couleur initiale). Les écartements des piquets le long des courbes varient selon la visibilité, et doivent être de l'ordre d'une quinzaine de mètres. Il est possible de piquer 2 courbes simultanément. Le dénivelé entre les deux courbes est mesuré sur la ligne de base.

Une équipe de piquetage est alors composée de 5 personnes : 1 chef d'équipe (lecture du niveau optique), 2 porteurs de mire accompagnés de 2 porteurs de piquets.

Lorsque les courbes s'écartent l'une de l'autre de plus de 12 mètres, il faut ajouter une courbe intermédiaire. Inversement, on supprime une courbe lorsque l'écartement devient inférieur à 6 mètres.

Etant donné l'existence, sur tout terrain, d'un certain micro-relief naturel ou artificiel, il est inutile de chercher à obtenir une très grande précision, qui ne sera d'ailleurs que relative, très coûteuse en temps et peu utile. Dans notre cas un piquet placé à 10/15 cm près est suffisant.

Les temps de travaux sont donnés dans le tableau III.

□ Abattage et andainage des palmiers

L'abattage et l'andainage des palmiers se font simultanément et en courbes de niveau. Sur la station R. Michaux, l'andainage est effectué tous les interlignes. Cette technique permet une meilleure répartition de la matière organique et une certaine rapidité d'andainage. L'appareil disponible à R. Michaux est un bulldozer Caterpillar D7, mais un bulldozer de puissance plus faible peut être utilisé.

L'opération d'abattage et d'andainage en courbes de niveau est facile à réaliser : le bulldozer est accompagné de 2 personnes qui, placées à une certaine distance (20 m environ) à l'avant et à l'arrière permettent au chauffeur de mieux matérialiser la courbe de niveau déjà piquetée. Le palmier est abattu de sorte que la flèche tombe sur la courbe de niveau, ensuite la base de l'arbre est poussée et alignée sur cette même courbe. L'opération ne doit être effectuée qu'en deux manœuvres. Après une courte période d'entraînement, la précision de réalisation est satisfaisante.

Les palmiers abattus sont ensuite élagués, et les feuilles disposées sur les andains.

□ Aménagement

Une fois l'abattage-andainage réalisé, les préparations de terrain (sous-solage si nécessaire) peuvent être effectuées. Il faut faire attention aux souches présentes, ce qui demande un peu de temps supplémentaire (Tabl. III).

L'aménagement anti-érosion choisi sera fonction de la pente :

- sur les pentes comprises entre 3 et 10 %, des diguettes effectuées un interligne sur deux conviennent parfaitement pour arrêter le ruissellement. Leur construction peut être différée dans le temps. En effet, avec la technique de plantation décrite, les phénomènes d'érosion n'apparaîtront que très peu au cours des premières années : la plante de couverture généralement bien développée au jeune âge, joue un rôle important



FIG. 3. — Création de diguettes avec une billonneuse — (Constructing bunds with a ridger — Creación de tasquibas con un acaballador)

TABLEAU III. — Coûts comparés de plantations en lignes et en courbes de niveau (méthode simplifiée) - cas d'une re-plantation (coût/ha). Coûts de différents aménagements anti-érosion

	Plantation en lignes		Plantation en courbes de niveau	
	Temps	Coût (CFA)	Temps	Coût (CFA)
Piquetage des courbes de niveau	—	—	M.O. 4j	4.800
Abattage-andainage	D7 : 1h	25.000	D7: 2h M.O. 1j	50.000 1.200
Piquetage avant plantation	M.O. : 5j	6.000	M.O. : 3,5j	4.200
Total		31.000		60.200
Diguette	—	—	Tracteur: 3h	12.000
Terrasses en bandes ⁽¹⁾	—	—	D4 3,5h	26 250
Terrasses individuelles	—	—	M.O 74j	88 800
Sous-solage éventuel	D7 : 2h	50 000	D7 : 2,5h	62.500

Bull D7 : 25 000 CFA/h

Tracteur : 4 000 CFA/h

M.O 1.200 CFA/h

(1) Kochko et al (1988)

dans la lutte contre l'érosion. D'autre part, les andains placés en courbes de niveau créent des barrages s'opposant au ruissellement. Le sous-solage (quand il est nécessaire) effectué en courbes de niveau permet également une meilleure infiltration des eaux de pluie.

Par conséquent, la confection de diguettes peut être effectuée à l'âge de 3 ans environ, lorsque les andains sont presque entièrement décomposés et que la taille des palmiers permet encore de passer avec un tracteur. Il sera alors procédé à un gyrobroyage un interligne sur deux, à l'emplacement d'un andain et la diguette sera réalisée avec une billonneuse (Fig. 3). Il faut toutefois faire attention aux plateaux radiculaires non suffisamment décomposés qui peuvent se trouver sur le passage du tracteur. Le coût de l'opération est alors de 3h de tracteur par hectare (Tabl. III).

- Sur des pentes fortes ou très fortes (Tailliez, 1974), les terrasses en bandes sont probablement plus efficaces et permettront également par la suite de faciliter les travaux d'exploitation (entretien, récolte, ...). Dans ce cas, elles doivent être réalisées après l'abattage-andainage et avant le piquetage définitif. L'utilisation d'un bulldozer Caterpillar D4 équipé d'une lame de 2,4 m

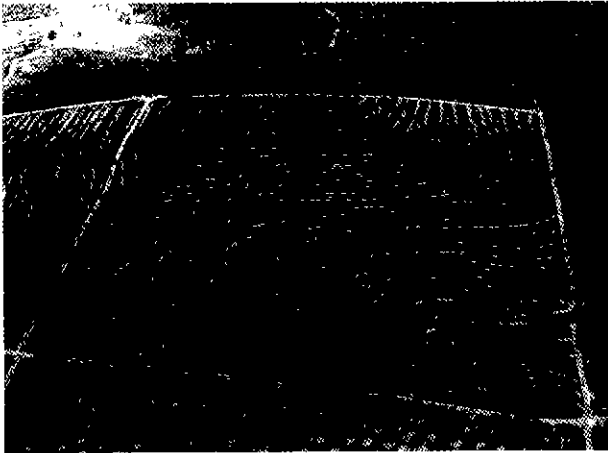


FIG. 4. — Aménagement des parcelles en pente : terrasses mécaniques en courbes de niveau— (*Setting up plots on slopes : mechanically constructed terraces along contour lines*— Adecuación de parcelas en pendiente : terrazas mecánicas en curvas de nivel)

de largeur et d'un angledozer permet d'obtenir un ouvrage convenable, avec une contre-pente de 10 % (Fig. 4). Le temps de travail est de 3h 30/ha.

Dans les deux cas (diguettes, terrasses), l'ouvrage peut être prolongé jusqu'à la limite des pistes afin de récupérer les eaux de ruissellement et limiter ainsi la dégradation des pistes.

□ Piquetage avant plantation

L'objectif final est :

- d'obtenir une densité fixée à l'avance (143 arbres/ha, par exemple),
- de conserver un certain quinconce entre les palmiers de deux lignes contiguës.

Le choix d'un écartement fixe ne permet évidemment pas d'obtenir la densité recherchée. Il est préférable d'utiliser une méthode de piquetage à écartement variable en fonction de l'écartement des lignes afin de conserver une densité individuelle proche de la densité fixée. Cette technique, dont le coût est légèrement supérieur à la première (0,5 j/ha en plus) permet de placer les palmiers dans de meilleures conditions de compétition.

On procèdera par double-lignes, la ligne aval étant piquetée en fonction de la largeur totale de 2 interlignes consécutifs, soit l'écartement mesuré entre 3 andains (Fig. 5a). La deuxième ligne (amont) étant piquetée à l'équerre optique à partir de la première. Le premier palmier de la ligne aval sera placé à l'aide de l'équerre optique à partir de la ligne précédemment piquetée.

Le tableau IV donnant l'écartement entre piquets est établi à partir de la formule suivante :

$$Ea = 10\,000 / [(El/2) \times d]$$

où Ea = Ecartement entre arbres
El = Ecartement entre 3 andains (Andain N et Andain N+2)
d = densité recherchée

Dans la pratique, on travaillera avec une équipe de 7 personnes :

- 2 personnes (1 décamètre) mesurent la distance entre 3 andains.
- 2 personnes (1 décamètre, 2 jalons) placent les piquets sur la ligne aval, contrôlent l'écartement et l'alignement curviligne des piquets,

TABLEAU IV. — Ecartement des palmiers sur la ligne en fonction de l'écartement entre les lignes (densité recherchée = 143 arbres/ha)

Distance entre 3 andains	Distance entre 2 arbres sur la ligne
11,9 à 12,4 m	11,5 m
12,4 à 13,0 m	11,0 m
13,0 à 13,6 m	10,5 m
13,6 à 14,3 m	10,0 m
14,3 à 15,1 m	9,5 m
15,1 à 16,0 m	9,0 m
16,0 à 16,9 m	8,5 m
16,9 à 18,1 m	8,0 m
18,1 à 19,3 m	7,5 m
19,3 à 20,7 m	7,0 m
20,7 à 22,3 m	6,5 m
22,3 à 24,3 m	6,0 m
24,3 à 26,7 m	5,5 m
26,7 à 29,5 m	5,0 m

TABLEAU V. — Surcoûts des différentes techniques d'aménagements en courbes de niveau (par hectare)

Technique ⁽¹⁾	Surcoût (F CFA)
Méthode PHCI - Diguettes	132.000
Méthode simplifiée - Diguettes	41.200
Méthode simplifiée - Terrasses mécaniques	55.450
Méthode simplifiée - Terrasses individuelles	118.000

(1) Sans sous-solage

- 2 personnes (1 équerre optique, 1 jalon) placent les piquets sur la ligne amont, et contrôlent l'alignement des piquets,
- 1 personne porte un stock de piquets et ravitaille les deux équipes.

Les lignes seront placées au milieu de l'espace situé entre les andains. Un contrôle final rapide permet de vérifier l'alignement de l'ensemble des piquets et d'ajouter parfois un piquet à l'extrémité de lignes supplémentaires lorsque l'espace le permet.

A la fin de chaque parcelle, un plan approximatif des lignes peut être tracé par le chef d'équipe (utilisateur de l'équerre optique) afin de faciliter les opérations de plantation (Fig. 5b).

Finalement l'opération de piquetage en courbe de niveau est moins coûteuse qu'en ligne droite (Tabl. III) du fait probablement d'une moindre précision nécessaire à l'établissement des lignes de base et des alignements.

Le surcoût total de l'opération est bien entendu variable selon l'aménagement anti-érosion qui a été réalisé (Tabl. V). A aménagement comparable, il est bien inférieur à celui nécessaire à l'application des techniques antérieurement décrites (Caliman et Kochko, 1987 ; Prioux, 1987) : avec diguettes, l'économie réalisée est de 69 %.

Lors de la mise en récolte, il est parfois nécessaire d'ouvrir des pistes supplémentaires pour la sortie des régimes, lorsque les lignes sont trop longues.

CONCLUSION

En plantations de palmiers à huile, l'érosion et le ruissellement des terrains en pente sont des phénomènes souvent discrets, parfois spectaculaires, mais qui affectent sérieusement la qualité des sols et par là même la productivité des plantations en place et futures.

La technique simplifiée de plantations en courbes de niveau présentée, permet de pallier ces phénomènes pour des

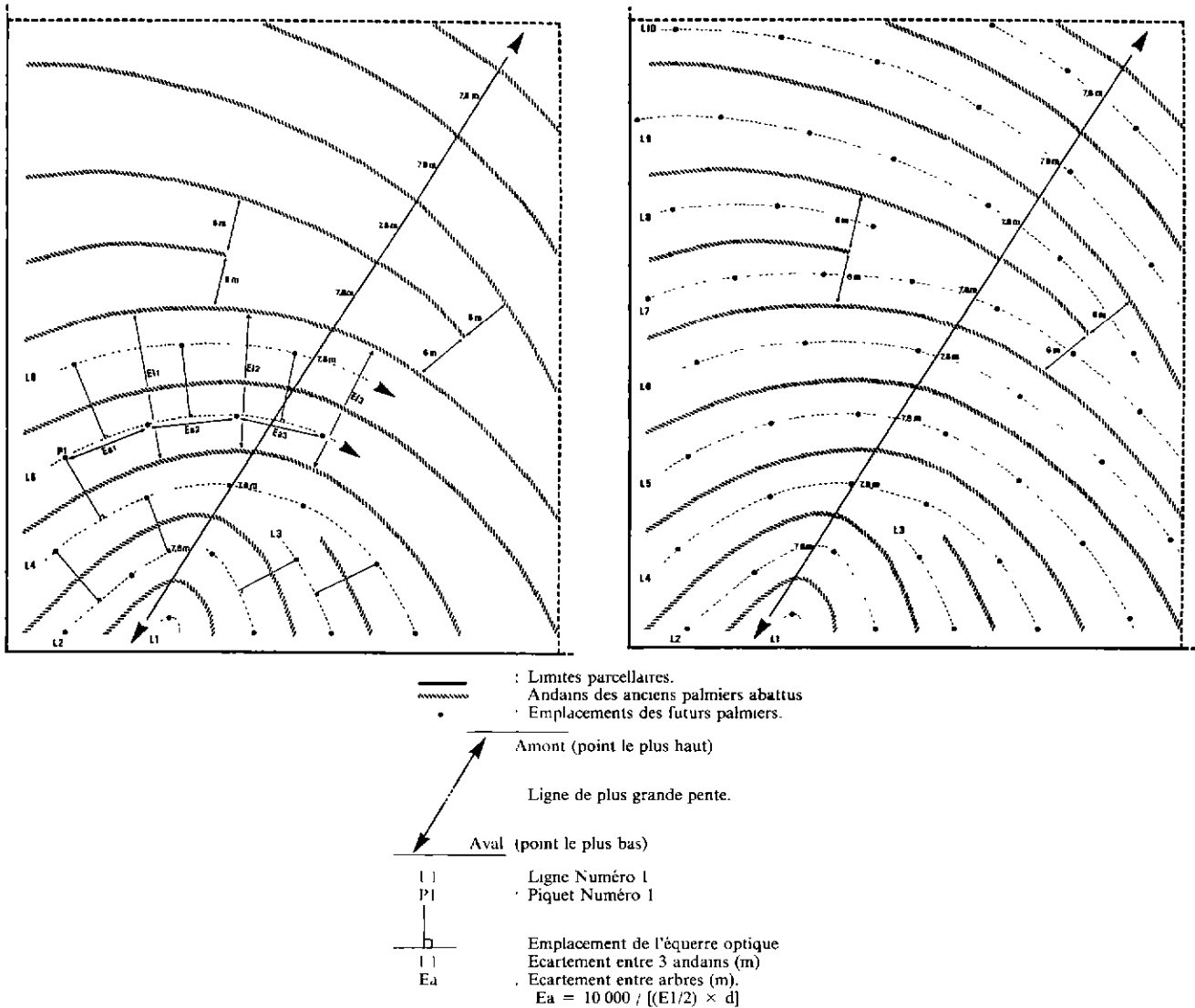


FIG. 5a. — Piquetage de 2 lignes (L5 et L6) en courbes de niveau

FIG. 5b. — Aperçu du plan parcellaire après piquetage

coûts de mise en place relativement faibles, comparés aux techniques utilisées auparavant. En particulier l'association plantations en courbes de niveau-diguettes, dont le coût peut être étalé dans le temps est relativement peu chère, efficace et très simple à réaliser.

Ces techniques constituent une adaptation aux conditions topographiques. En évitant le ruissellement elles contribuent au maintien de la fertilité des sols et favorisent l'infiltration de l'eau pluviale qui est ainsi mieux utilisée par les arbres. Elles permettent aussi d'exploiter la palmeraie avec une pénibilité réduite.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BALLO KOFFIC, QUENCEZ P. (1991). — Plantation sur terrasses continues en courbes de niveau. Dispositif adapté à l'expérimentation agronomique *Oléagineux*, 46, (12), 515-526
- [2] CALIMAN J.P., de KOCHKO P. (1987). — Quelques techniques culturales et aménagements spéciaux réalisables en plantation de palmier à huile pour limiter l'érosion et le ruissellement *Oléagineux*, 42, (3), 99-106.
- [3] de KOCHKO P., CALIMAN J.P., AUBRY M. (1988). — Compte-rendu de mise en place de l'essai DA CP 31 - IRHO/CIRAD, rapport interne, 8 p.
- [4] LATRILLE E. (1979). — Cours sur l'érosion et les techniques de lutte anti-érosion. Document IRAT/CIRAD 98 p.
- [5] PRIoux G. (1987). — Un exemple de plantation de palmiers à huile en courbes de niveau avec des défenses anti-érosion, *Oléagineux*, 42, (3), 91-98.
- [6] ROOSE E. (1981). — Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale. Travaux et documents de l'ORSTOM, N° 130, 569 p.
- [7] TAILLIEZ B. (1975). — L'aménagement des terrains vallonnés et accidentés pour la plantation de palmiers à huile *Oléagineux*, 30, (7), 299-302.
- [8] TURNER P.D., GILLBANKS R.A. (1974). — Oil palm cultivation and management. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, Malaysia, 621 p.

Description of a simplified technique for setting up an oil palm plantation along contour lines

Setting up oil palm plantations on moderately to steeply sloping land, with no special land improvements, often leads to mediocre and sometimes catastrophic results. In fact, the characteristics of the equatorial and subequatorial climate, including very aggressive rainfall, often result in a deterioration of soil fertility through destructuring of the upper horizon and sometimes severe erosion. These phenomena are particularly serious when the soils are fragile and fairly shallow. Moreover, water losses through runoff can reach 60 % of rainfall in some cases (Roose, 1981), exacerbating the natural water deficit.

Thus, in the Dabou savannah (tertiary sands) in the Ivory Coast, Prioux (1987) observed a sharp drop in yields at the Cosrou oil palm plantation (1970: 12.5 t/ha - 1978: 7.5 t/ha) and Kochko et al. (1988) reported very low production in an old block of oil palms at R. Michaux⁽¹⁾ (4.7 t/ha on average from 1967 to 1977). In both cases, sometimes severe sheet and gully erosion phenomena were seen on slopes, combined with abundant sand accumulation in the talwegs, occasionally reaching several dozen centimetres in thickness.

Setting up an oil palm plantation on sloping land (gradient 3-5 %) should therefore not be considered unless accompanied by adapted land improvements.

This advice note sets out to describe a cheaper, simplified method of planting along contour lines.

REMINDERS OF A FEW LAND IMPROVEMENT TECHNIQUES

The techniques for special land improvements on slopes have already been described in several articles (Turner and Gillbanks, 1974; Tailliez, 1975; Latrille, 1979; Caliman and Kochko, 1987; Prioux, 1987; Kochko et al., 1988). They consist of construction work (bunds, terraces), sometimes mere modification of the windrow layout to check runoff, or setting up plantations along contour lines, combined with construction work. Various techniques have been proposed according to the gradient involved.

- Tailliez (1975) recommended terraces constructed either manually (individual) or mechanically (continuous strip) along contour lines for slopes exceeding 20 %.
- Caliman and Kochko (1987) proposed in all cases that the windrows formed with old oil palms or forest debris should be oriented as perpendicularly to the slope as possible. With a system of planting in rows (oil palm layout in equilateral triangles) windrowing can be parallel to the rows, or oriented $\pm 60^\circ$ to them (Fig. 1). On slopes of between 5 and 10 %, this technique needs to be completed with bund construction along contour

lines. On steep slopes (more than 8-10 %), they recommended the construction of individual terraces (Fig. 2).

- Prioux (1987) proposed planting along contour lines on slopes of more than 8-10 %, with bunds.

TABLE I. — Costs of various special erosion control improvements (cost/hectare), according to Caliman and Kochko, 1987

	Time	Cost (CFA)
<i>-Bunds along contour lines before planting in rows</i>		
• Cutting up of windrows ⁽¹⁾	Manpower: 25 days	30 000
• Bund finishing touches		
• Bund construction (tractor + ridger)	Tractor: 1hr	4 000
Total		34 000
<i>-Bunds along contour lines after planting in rows</i>		
• Bund construction (manual)	Manpower: 60 days	72 000
<i>- Individual terraces</i>		
• Terrace construction (manual)	Manpower: 74 days	88 800

(1) Cost of the chain saw not included
Cost of tractor: 4,000 CFA/hour
Manpower costs: 1,200 CFA/day

TABLE II. — Comparison of costs for planting in rows and along contour lines with bunds (cost/ha) - Example of replanting, according to Prioux, 1987

	Planting in rows		Planting along contour lines + bunds	
	Time	Cost (CFA)	Time	Cost (CFA)
Felling	D53: 1.5 hrs	24 000	D53: 1.5 hrs	24 000
Windrowing	D4: 2.5 hrs	18 750	D4: 6.5 hrs	48 750
Bund	—	—	D53: 3.0 hrs	48 000
			D70: 3.0 hrs	22 500
			D4: 1.0 hr	7 500
Total manpower	Manpower: 25 days	30 000	Manpower: 45 days	54 000
Total		72 750		204 750

D53 Bulldozer: 16,000 CFA/hr
D4 Bulldozer: 7,500 CFA/hr
Grader D70: 7,500 CFA/hr
Manpower: 1 200 CFA/day

(1) IDEFOR-DPO - R. Michaux Experimental Plantation, BP 8, Dabou, Ivory Coast

The techniques proposed effectively control erosion and runoff, but there are a few drawbacks:

- the presence of bunds along contour lines in a plantation planted in rows may pose operational problems (tractor movements during treatments, etc.),
- construction costs are relatively high (Tables I and II) constructing bunds before or after planting costs from 34,000 CFA francs to 72,000 CFA francs/ha. PHCI's technique of planting along contour lines (Prioux, 1987) leads to an additional cost of 132,000 CFA francs/ha.

We have therefore attempted to develop a simplified method of planting along contour lines, which provides satisfactory results more cheaply.

SIMPLIFIED METHOD FOR SETTING UP PLANTATIONS ALONG CONTOUR LINES

A detailed analysis on site of all the operations necessary for implementing the various special improvements revealed that:

- setting up plantations along contour lines is relatively easy and can be carried out on a commercial basis with no particular problems,
- certain operations can be greatly simplified to facilitate their implementation and substantially reduce setting-up costs

The method proposed was developed at the R. Michaux experimental plantation. It was applied to the replanting of old oil palm plantations conventionally set up in rows.

The different development stages were as follows (in chronological order):

- marking out of contour lines beneath the former oil palm plantation,
- simultaneous felling and windrowing along contour lines,
- immediate (terraces) or deferred (bunds) special improvements,
- final marking out of the positions of the future oil palms.

A relief map is useful for determining the gradient of slopes and the areas involved in the future special improvements. It is also used to pinpoint the steepest slope lines. If it is impossible to procure a relief map, the gradient of a slope can be found out using a clinometer. In this case, it is easier to work by smaller elementary plots.

In the case of a commercial plantation, it is not necessary to draw up an estimated map of special improvements such as that drawn up for plots intended for agronomy experiments (Ballo and Quencez, 1991).

□ Marking out of contour lines

In order to be able to combine felling and windrowing operations, the first operation to be carried out is marking out the contour lines in the field. It is preferable to begin in the plot with the steepest slope. The following operations need to be carried out:

- identification of the highest and lowest points in the plot, so as to determine the steepest slope line (base line),
- felling of oil palms along the base line,
- marking out the base line with different coloured stakes 7.80 m apart (use at least 3 colours). These stakes represent the start of each planting row,
- from the starting point of each planting row, marking out of the contour lines (keep to the initial colour). The spacing between the stakes along the contour lines will vary depending on visibility and should be fifteen metres or so. Two contour lines can be marked out in this way at the same time. The difference in height between the two contours is measured along the base line.

A team of 5 people is then composed, for lining operations: 1 team leader (reading off the surveyor's level), 2 surveyor's pole bearers accompanied by two people to carry the stakes.

If the contour lines are more than 12 metres apart, an intermediate contour line has to be added. On the other hand, a contour line is removed when the spacing falls below 6 metres.

Given the existence, in any terrain, of a certain natural or artificial micro-relief, it is pointless trying to be highly accurate, since this accuracy would only be relative, very time consuming and of little use. In our case, a stake to within 10/15 cm is sufficient.

Work times are shown in table III.

□ Oil palm felling and windrowing

The oil palms are felled and windrowed at the same time, along the contour lines. At the R. Michaux station, windrowing is carried out each interrow. This technique makes for better organic matter distribution and fairly rapid windrowing. The machinery available at R. Michaux is a Caterpillar D7 bulldozer, though a less powerful bulldozer can be used.

Felling and windrowing along contour lines is easy: two people accompany the bulldozer, positioned a certain distance (around 20 m) in front of and behind the vehicle, to provide the driver with a clearer picture of the contour line already staked out. The oil palms are felled such that the spear falls onto the contour line, then the base of the tree is pushed into position along the same contour line. The operation should be completed in no more than two manoeuvres. The accuracy of the operation becomes sufficient after a short period of practice.

The felled oil palms are then pruned and the leaves placed in the windrows.

□ Special improvements

Once felling and windrowing are complete, land preparation (subsoiling if necessary) can be carried out. Care has to be taken over any stumps, which takes a little more time (Table III).

The erosion control method chosen will depend on the slope:

- On slopes between 3 and 10 %, bunds constructed every other interrow are ideal for stopping runoff. They do not need to be constructed right away. Indeed, with the planting technique described, erosion phenomena will occur very little in the first few years; the usually well-developed cover crop under young oil

TABLE III. — Comparison of costs for planting in rows and along contour lines (simplified method). Example of a replanting (cost/ha). Cost of different special erosion control improvements

	Planting in rows		Planting along contour lines	
	Time	Cost (CFA)	Time	Cost (CFA)
Staking out along contour lines	—	—	Manpower 4 days	4 800
Felling-windrowing	D7 : 1 hr	25 000	D7 2 hrs Manpower 1 day	50 000 1 200
Lining before planting	Manpower : 5 days	6 000	Manpower : 3.5 days	4 200
Total		31 000		60 200
Bunds	—	—	Tractor : 3 hrs	12 000
Continuous terraces ⁽¹⁾	—	—	D4 3.5 hrs	26 250
Individual terraces	—	—	Manpower 74 days	88 800
Subsoiling (if necessary)	D7 : 2 hrs	50 000	D7 2.5 hrs	62 500

D7 Bulldozer 25,000 CFA/hr

Tractor 4,000 CFA/hr

Manpower 1,200 CFA/hr

(1) According to Kochko et al (1988)

palms plays an important role in erosion control. In addition, the windrows placed along contour lines form dams preventing runoff. Subsoiling (where necessary) along contour lines also makes for better rainwater infiltration

Consequently, bunds can be constructed when the oil palms are around 3 years old, once the windrows have almost completely decomposed and provided the size of the oil palms does not prevent tractor access. A rotary slasher should be used in every other interrow, where a windrow is located, and the bund should be constructed using a ridger (Fig. 3). Nonetheless, care should be taken over any root bulb that have not completely decomposed, lying in the way of the tractor. The cost of the operation is about 3 tractor-hours per hectare (Table III).

- On steep to very steep slopes (Tailliez, 1974), strip terraces are probably more effective and will also subsequently simplify operations (upkeep, harvesting, etc.). In this case, they should be constructed after felling-windrowing and before final staking out. Using a Caterpillar D4 bulldozer equipped with a 2.4 m wide blade and an angle-dozer gives a good result, with a 10 % counterslope (Fig. 4). The time required is 3.5 hrs/ha.

In both cases (bunds, terraces), construction can be extended right up to the tracks, so as to recover runoff water and thereby limit track deterioration

□ Staking out prior to planting

The final objective is:

- to obtain a planting density fixed in advance (e.g. 143 trees/ha),
- to maintain a certain staggered pattern between the oil palms in two adjacent rows.

The choice of a fixed spacing obviously does not provide the density sought. It is preferable to use a lining method where the spacing varies depending on the distance between the rows, so as to maintain an individual density close to the

TABLE IV. — Spacing between oil palms along the planting row depending on the spacing between rows (density sought = 143 trees/ha)

Distance between 3 windrows	Distance between 2 trees in the same row
11.9 to 12.4 m	11.5 m
12.4 to 13.0 m	11.0 m
13.0 to 13.6 m	10.5 m
13.6 to 14.3 m	10.0 m
14.3 to 15.1 m	9.5 m
15.1 to 16.0 m	9.0 m
16.0 to 16.9 m	8.5 m
16.9 to 18.1 m	8.0 m
18.1 to 19.3 m	7.5 m
19.3 to 20.7 m	7.0 m
20.7 to 22.3 m	6.5 m
22.3 to 24.3 m	6.0 m
24.3 to 26.7 m	5.5 m
26.7 to 29.5 m	5.0 m

fixed density. This technique, which costs slightly more than the first method (an additional 0.5 days/ha), guarantees that the trees are positioned under the best possible competition conditions

The way to proceed is by double rows, with the lower row staked out according to the total width of 2 consecutive interrows, i.e. the distance measured between 3 windrows (Fig. 5a). The second row (uphill) is staked out in relation to the first row, using a surveyor's square. The first oil palm in the lower row will be positioned using a surveyor's square based on the previously staked out row.

Table IV, which shows the spacing between stakes was drawn up using the following formula:

$$tS = 10,000 / [(Sl/2) \times d]$$

where tS = tree spacing

Sl = spacing between 3 windrows (Windrow N and Windrow N+2)

d = density sought

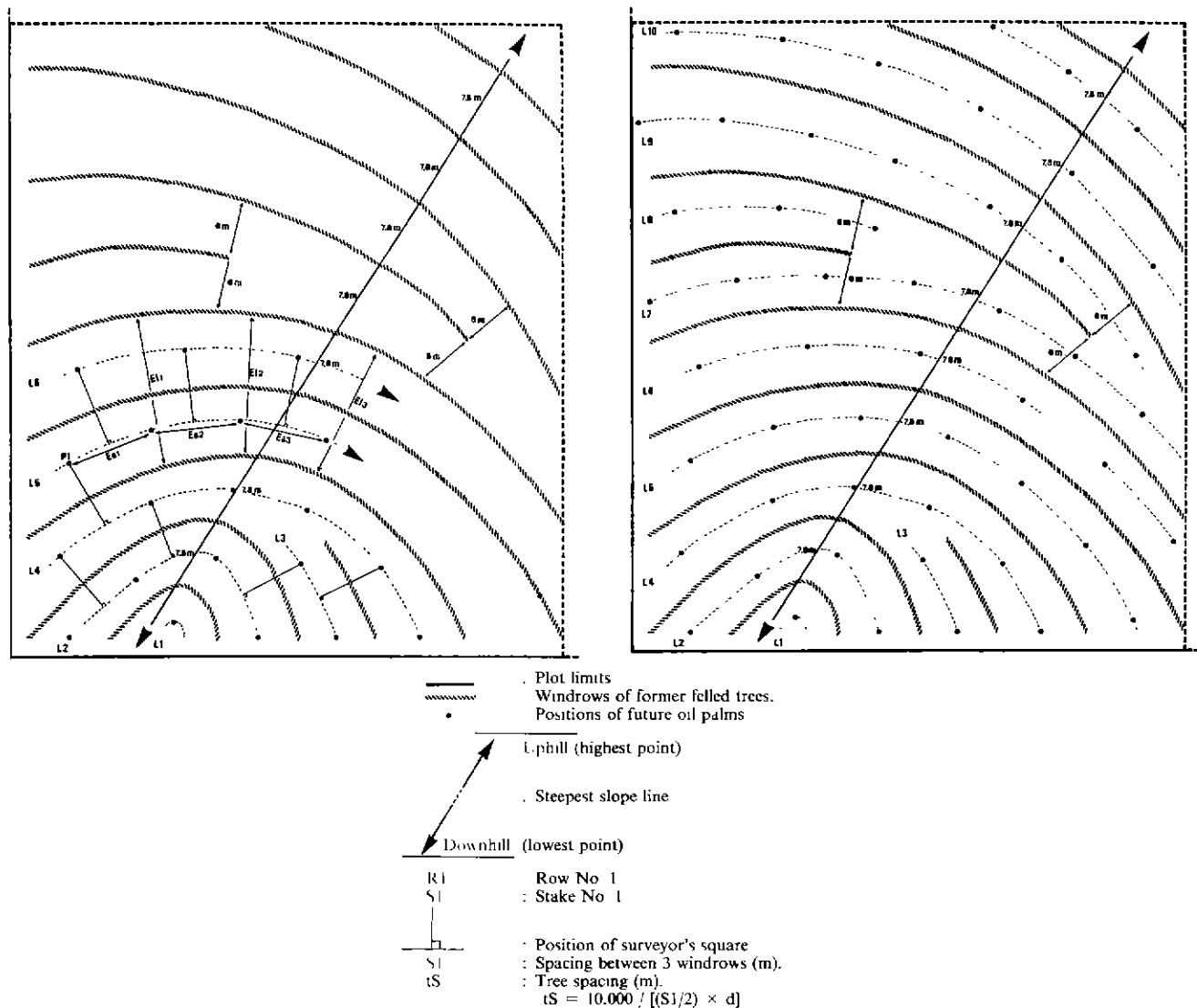


FIG. 5a. — Staking out of 2 rows (R5 and R6) along contour lines

FIG. 5b. — Plot layout after staking out

In practice, the work is carried out by a team of 7 people.

- 2 people (1 tape measure) measure the distance between 3 windrows,
- 2 people (1 tape measure, 2 surveyor's poles) position the stakes along the lower row and check their spacing and curvilinear alignment,
- 2 people (1 surveyor's square, 1 surveyor's pole) position the stakes along the upper row and check their alignment,
- 1 person carries a bundle of stakes and hands them out to the two teams.

The rows are set out along the middle of the space between the windrows. A quick final check should be made that all the stakes are properly aligned, sometimes adding a stake at the end of additional rows, if the space allows.

At the end of each plot, a rough map of the rows can be sketched by the team leader (the person using the surveyor's square), to facilitate planting operations (Fig. 5b).

To conclude, staking out along contour lines is cheaper than in straight lines (Table III), probably because less ac-

curacy is required in setting up the base lines and aligning the stakes.

The total additional costs involved in such an operation obviously vary depending on the erosion control improvements made (Table V). Erosion control improvements being equal, the costs are much lower than for the techniques previously described (Caliman and Kochko, 1987, Prioux, 1987): with harvesting, savings amount to 69 %.

When harvesting, it is sometimes necessary to open up additional tracks for FFB removal, if the rows are too long.

TABLE V. — Additional costs of the different techniques for planting along contour lines (per hectare)

Technique ⁽¹⁾	Additional cost (F CFA)
PHCI method - bunds	132 000
Simplified method - bunds	41 200
Simplified method - mechanically constructed terraces	55 450
Simplified method - individual method	118 000

(1) Without subsoiling

CONCLUSION

In oil palm plantations, erosion and runoff on slopes are often discreet, sometimes spectacular, but they seriously affect soil quality, hence the productivity of existing and future plantings.

The simplified technique described for planting along contour lines helps to alleviate these phenomena and is relatively cheap to implement compared to previously used techniques. In particular, a combination of contour line planting and bunds, the costs of which can be spread out

over time, is relatively cheap, effective and very easy to implement.

These techniques amount to an adaptation to topographical conditions. By preventing runoff, they help to conserve soil fertility and improve infiltration by rainwater, which is used more effectively by the trees. They also facilitate everyday operations in the plantation.

J.P. CALIMAN - M. AUBRY

Presentación de una técnica simplificada de preparación en curvas de nivel de una plantación de palma aceitera

La implantación de palmas aceiteras en terrenos con pendientes media e incluso fuertes, sin adecuaciones, conduce a menudo a obtener resultados mediocres, a veces catastróficos. Efectivamente, las características del clima ecuatorial y subecuatorial, cuyas lluvias son muy agresivas, conducen muy a menudo a un empeoramiento de la fertilidad de los suelos al destruir el horizonte superior y a una erosión a veces intensa. Son especialmente graves estos fenómenos cuando los suelos son frágiles y de poco grueso. Por otro lado, las pérdidas de agua por escurrimiento pueden alcanzar en algunos casos el 60% de las precipitaciones (Roose, 1981), y acrecentar el déficit hídrico natural.

Así, en la sabana de Dabou (arenas terciarias) en Côte-d'Ivoire, Prioux (1987) observó fuertes bajas de rendimiento del palmeral de Cosrou (1970: 12,5 t/ha - 1978: 7,5 t/ha) y Kochko *et al.* (1988) señalan en un bloque viejo de palmas en R. Michaux⁽¹⁾ (4,7 t/ha como promedio de 1967 hasta 1977) que son unas producciones muy bajas. En los dos casos se ha podido notar en las pendientes la presencia de fenómenos de erosión en capa y arroyuelos a veces intensos, acompañados con una acumulación importante de arenas en los "talwegs", pudiendo alcanzar varias decenas de centímetros de espesor.

No se debe por lo tanto examinar la implantación de una plantación en los terrenos con declive (superior al 3-5%) como no sea con adecuaciones adaptadas.

La meta de este "consejo" es presentar un método simplificado para plantar en curvas de nivel con un costo de realización reducido.

antiguas palmas o los residuos forestales lo más perpendicularmente posible con el declive. El sistema para plantar en líneas (disposición de palmas en triángulo equilátero) permite que se realice un apilado paralelo con las líneas, o orientada al $\pm 60^\circ$ (Fig. 1). En las pendientes incluidas entre 5 y 10%, se debería de complementar esta técnica al realizar tasquibas siguiendo las curvas de nivel. En las pendientes fuertes (superiores al 8-10%), aconsejaban que se realizase terrazas individuales (Fig. 2).

- Prioux (1987) proponía sembrar en curvas de nivel con declives superiores al 8-10%, con tasquibas.

Las técnicas propuestas son eficaces para luchar contra la erosión y el escurrimiento. Aunque presentan algunos inconvenientes:

- la presencia de tasquibas en curvas de nivel en una plantación en líneas puede plantear problemas cuando la explotación del palmeral (paso de los tractores al efectuar los tratamientos...);
- son relativamente elevados los costos de realización (Cuadros I y II): la implantación de tasquibas antes o después de plantar cuestan entre 34000 CFA y 72 000 CFA/ha. La técnica de plantación en curvas de nivel de PHCI (Prioux, 1987) acarrea un costo adicional de 132 000 F CFA/ha.

RESUMENES DE ALGUNAS TECNICAS DE ADECUACION

Se han descrito previamente las técnicas de adecuaciones de los terrenos con pendientes en varios artículos (Turner et Gillbanks, 1974; Tailliez, 1975; Latrille, 1970; Caliman y Kochko 1987; Prioux, 1987; Kochko *et al.* 1988). Indican como realizar una obra (tasquiba, terraza), a veces como modificar sencillamente la disposición de los apilados, para detener el escurrimiento, o establecer las plantaciones en curvas de nivel al hacer estas obras. Se han propuesto varias técnicas según el declive encontrado:

- Tailliez (1975) aconsejaba realizar terrazas manuales (individuales) o mecánicas (en faja continua) en curvas de nivel en las pendientes superiores al 20%.
- Caliman y Kochko proponían que se orientase en todos los casos los apilados formados por las

CUADRO I. — Costos de varias adecuaciones anti-erosión (costo/hectárea), según Caliman et Kochko, 1987

	Tiempo	Costos (CFA)
Tasquibas en curvas de nivel antes de sembrar en líneas		
• División en trozos de los apilados ⁽¹⁾	M.O. : 25 d	30.000
• Adecuación de la tasquiba		
• Realización de la tasquiba (tractor + acaballadora)	Tractor: 1h	4.000
Total		34.000
Tasquibas en curvas de nivel después de sembrar en líneas		
• Realización de la tasquiba (manual)	M.O. : 60 d	72.000
Terrazas individuales		
• Realización de la terraza (manual)	M.O. : 74 d	88.800

(1) IDEFOR-DPO - Plantación experimental R. Michaux - B.P. 8 - Dabou - Costa de Marfil

(1) Gastos de tronzonadora sin contabilizar
Costo del tractor : 4.000 CFA/hora
Costo de la mano de obra : 1.200 CFA/día

CUADRO II. — Costos comparados de plantaciones en líneas y en curvas de nivel con tasquibas (costo/ha) - Caso d'une replantación, según Prioux, 1987

	Plantación en líneas		Plantación en curvas de nivel + tasquibas	
	Tiempo	Costo (CFA)	Tiempo	Costo (CFA)
Tumba	D53 : 1,5 h	24.000	D53 : 1,5 h	24.000
Apilado	D4 : 2,5h	18.750	D4 : 6,5 h	48.750
Tasquiba	—	—	D53 : 3,0 h	48.000
			D70 : 3,0 h	22.500
			D4 : 1,0 h	7.500
Total mano de obra (M.O.)	M.O. :25 d	30.000	M.O.:45 d	54.000
Total		72.750		204.750
Bull D53 : 16.000 CFA/h Bull D4 : 7.500 CFA/h Grader D70 : 7 500 CFA/h M.O. : 1.200 CFA/d				

Por lo tanto hemos procurado poner a punto un método simplificado para plantar siguiendo las curvas de nivel que permita conseguir resultados satisfactorios con unos costos de realización más bajos.

METODO SIMPLIFICADO PARA LA ADECUACION DE PLANTACIONES SIGUIENDO LAS CURVAS DE NIVEL

El análisis detallado en el camino de todas las operaciones necesarias para implantar varias adecuaciones ha permitido que se exponga las siguientes comprobaciones:

- la realización de plantaciones siguiendo las curvas de nivel es relativamente fácil y puede realizarse de modo industrial sin presentar ningún problema especial;
- se pueden simplificar netamente algunas operaciones para facilitar su realización y disminuir ampliamente los costos de implantación.

El método propuesto fue puesto a punto en la plantación experimental de R. Michaux. Se adapta para replantar antiguos palmerales que se sembraban tradicionalmente en líneas.

Las diferentes etapas puestas en práctica son las siguientes (por orden cronológico):

- estacada de las curvas de nivel bajo el antiguo palmeral,
- tumba y apilado simultáneamente en curvas de nivel.
- adecuación inmediata (terrazas) o diferida (tasquibas),
- estacada definitiva de las ubicaciones de las futuras palmas.

El mapa topográfico es útil para determinar el gradiente de las pendientes y las superficies concernidas por las futuras adecuaciones. También permite que se localicen las líneas de mayor pendiente si no se puede disponer de un mapa topográfico, el empleo de un clisimetro permite que se conozca el gradiente del de-

clive. Deste modo es más fácil trabajar en parcelas elementares más pequeñas.

Tratándose de una plantación industrial, no es preciso establecer un mapa previsional de las adecuaciones tal como la que se realiza para parcelas destinadas a la experimentación agronómica (Ballo y Quencez, 1991).

□ Estacada siguiendo las curvas de nivel

Con el fin de reagrupar las operaciones de tumba y apilado, la primera operación que hay que efectuar es la materialización de las curvas de nivel. Es preferible empezar por la parcela que presenta el mayor declive. Se realizan las siguientes operaciones:

- marcación del punto más alto y del punto más bajo de la parcela, para identificar la línea de mayor declive (línea base),
- tumba de las palmas a lo largo de esta línea base,
- estacada de la línea base con una distancia fija de 7,80m con estacas de color diferente (emplear por lo menos 3 colores). Estas estacas representan las cabezas de líneas.
- estacada siguiendo las curvas de nivel a partir de cabezas de líneas (conservar el color inicial). Las distancias de las estacas a lo largo de las curvas varían según la visibilidad, y deben tener una quicena de metros. Es posible colocar estacadas en 2 curvas simultáneamente. Se mide el desnivel entre las dos curvas en la línea base.

La plantilla de estacada se compone entonces de 5 personas: 1 jefe de plantilla (lectura al nivel óptico), 2 llevadores de mira acompañados por 2 portadores de estacas.

Cuando las curvas se apartan una de otra de más de 12 metros, hay que añadir una curva intermediaria. De lo contrario, se suprime una curva cuando la distancia llega a ser inferior a 6 metros.

Considerándose la existencia, en cualquier terreno, de cierto microrelieve natural o artificial, es inútil procurar que se consiga una gran precisión, que además no será sino relativa, muy costosa en términos de tiempo y de poca utilidad. En nuestro caso basta con que se coloque una estaca a unos 10/15cm.

Se dan los tiempos de trabajos en el cuadro III.

□ Tumba y apilado de las palmas

Se realizan simultáneamente y siguiendo las curvas de nivel la tumba y el apilado de las palmas. En la estación R. Michaux, el apilado se realiza en cada calle. Esta técnica permite que la materia orgánica sea mejor distribuida y cierta rapidez para realizar el apilado. El aparato disponible en R. Michaux es un bulldozer Caterpillar D7, pero también se puede emplear un bulldozer de más baja potencia.

Es de fácil realización la operación de tumba y apilado siguiendo las curvas de nivel: 2 personas acompañan al bulldozer, quienes colocadas a cierta distancia (unos 20 m) delante y detrás permiten que el chofer materialice mejor la curva de nivel ya estacada. Se tumba la palma de tal modo que la flecha caiga en la curva de nivel, después se empuja y se coloca en la línea la base de la palma en esta misma curva. La operación debe efectuarse tan solo en dos maniobras. Después de un corto plazo de entrenamiento, la precisión de realización es satisfactoria.

CUADRO III. — Costos comparados de plantaciones en líneas y en curvas de nivel (método simplificado). Caso de una nueva siembra (costo/ha) - Costos de diferentes adecuaciones antierosión

	Plantación en líneas		Plantación en curvas de nivel	
	Tiempo	Costo (CFA)	Tiempo	Costo (CFA)
Estacada de curvas de nivel	—	—	M.O.: 4d	4.800
Tumba-apilado	D7: 1h	25.000	D7: 2h M.O.: 1d	50.000 1.200
Estacada antes de sembrar	M.O.: 5d	6.000	M.O.: 3,5d	4.200
Total		31.000		60.200
Tasquibas	—	—	Tractor 3h	12.000
Terrazas en faja (1)	—	—	D4 3,5h	26.250
Terrazas individuales	—	—	M.O. 74d	88.800
Susulado eventual	D7: 2h	50.000	D7: 2,5h	62.500
Bull D7 25.000 CFA/h				
Tractor 4.000 CFA/h				
M.O. 1.200 CFA/h				

Las palmas derrumbadas son podadas después, y las hojas dispuestas en los apilados

□ Adecuación

Una vez que se haya realizado la tumba-apilado, se pueden efectuar los preparativos del terreno (subsulado si es preciso). Hay que tener cuidado con las cepas presentes, lo que requiere un poco de tiempo adicional (Cuadro III).

La adecuación antierosión escogida se hará considerando la pendiente:

- en las pendientes incluídas entre el 3 y 10%, tasquibas realizadas una calle de cada dos son adecuadas para detener el escurrimiento. Su construcción puede ser diferida en el tiempo. Pues, en la técnica de siembra descrita, los fenómenos de erosión no aparecerán sino raras veces en el transcurso de los primeros años: la planta de cobertura generalmente bien desarrollada en su edad joven, desempeña un papel importante en la lucha contra la erosión. Por otro lado, los apilados colocados en curvas de nivel crean embalses que se oponen al escurrimiento. El subsulado (cuando es preciso) realizado en curvas de nivel permite también que se infiltren mejor las aguas pluviales.

Por consiguiente, realizar tasquibas puede efectuarse a unos 3 años de edad, cuando los apilados son casi enteramente descompuestos y que el tamaño de las palmas permite aún el paso de un tractor. Entonces se realizará una vuelta con cortadora rotativa en una calle de cada dos, en el sitio del apilado y se realizará la tasquiba con un acaballador (alomador) (Fig. 3). Aunque se debe tener cuidado con los bancos radicales que no sean lo suficientemente descompuestos que puedan encontrarse en el paso del tractor. En tal caso el costo de la operación se reduce a 3h de tractor por hectárea (Cuadro III).

- En pendientes fuertes o muy fuertes (Tailliez, 1974) las terrazas en fajas ofrecen seguramente

más eficacia y permitirán también después que se faciliten los trabajos de explotación (mantenimiento, cosecha...). En este caso, deben ser realizadas después de la tumba-apilado y antes de la estacada definitiva. El empleo de un buldozer Caterpillar D4 equipado con una lamina de 2,4 m de largo y de un "angledozer" permite que se consiga una obra conveniente, con una contra-pendiente del 10% (Fig. 4). El tiempo de trabajo es de 3h 30/ha.

En los dos casos (tasquibas, terrazas), la obra puede ser prolongada hasta el límite de las pistas para recuperar las aguas de escurrimiento y limitar así el desgaste de las pistas.

□ Estacada antes de sembrar

El objetivo final es:

- conseguir una densidad fijada de antemano (143 arboles/ha por ejemplo),
- conservar cierto al trespollito entre las palmas de las dos líneas contiguas.

Seleccionar una distancia fija no permite, por supuesto, conseguir la densidad deseada. Es preferible emplear un método de estacada con distancia variable según la distancia de las líneas con el fin de conservar una densidad individual parecida a la densidad fijada. Esta técnica, cuyo costo es ligeramente superior al de la primera (0,5 d/ha de más) permite colocar las palmas en mejores condiciones de competición.

Se procederá por doble-líneas, la línea aval siendo estacada según la longitud total de 2 calles consecutivas, o sea la distancia medida entre 3 apilados (Fig. 5a). La segunda línea (arriba) siendo estacada a escuadra óptica a partir de la primera. La primera palma de la línea abajo será colocada con ayuda de la escuadra óptica a partir de la línea previamente estacada.

Se da en el cuadro IV la distancia entre estacas, establecidas conforme con la siguiente fórmula:

$$Ea = 10\,000 / [(E1/2) \times d]$$

donde Ea = distancia entre palmas
E1 = distancia entre 3 apilados
(apilado N y N+2)
d = densidad deseada

CUADRO IV. — Distancia de las palmas en la línea según la distancia entre las líneas (densidad deseada = 143 palmas/ha)

Distancia entre 3 apilados	Distancia entre 2 arboles en la línea
11,9 a 12,4 m	11,5 m
12,4 a 13,0 m	11,0 m
13,0 a 13,6 m	10,5 m
13,6 a 14,3 m	10,0 m
14,3 a 15,1 m	9,5 m
15,1 a 16,0 m	9,0 m
16,0 a 16,9 m	8,5 m
16,9 a 18,1 m	8,0 m
18,1 a 19,3 m	7,5 m
19,3 a 20,7 m	7,0 m
20,7 a 22,3 m	6,5 m
22,3 a 24,3 m	6,0 m
24,3 a 26,7 m	5,5 m
26,7 a 29,5 m	5,0 m

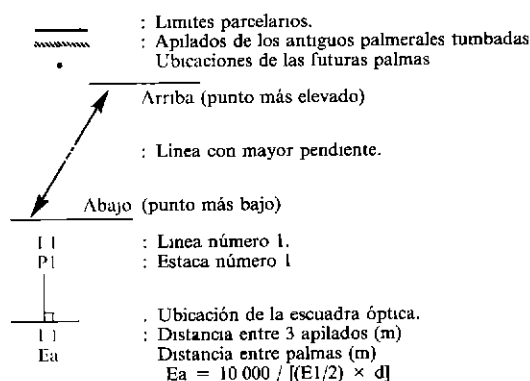
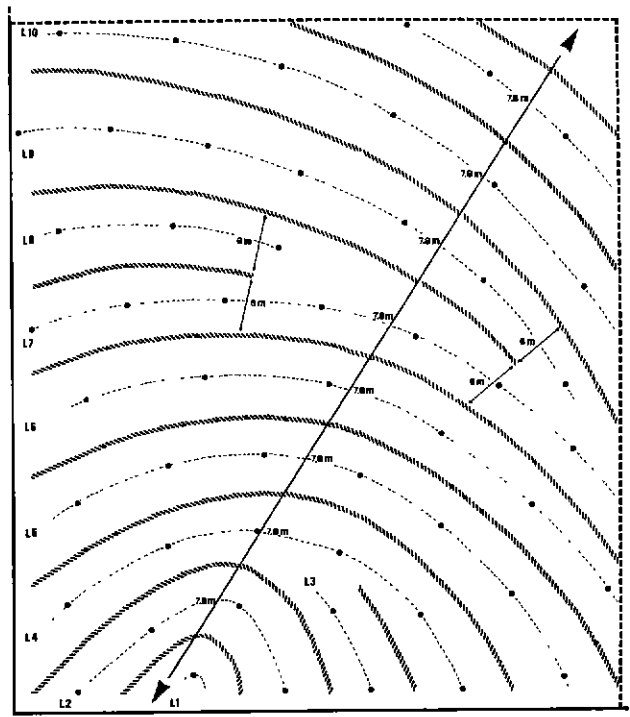
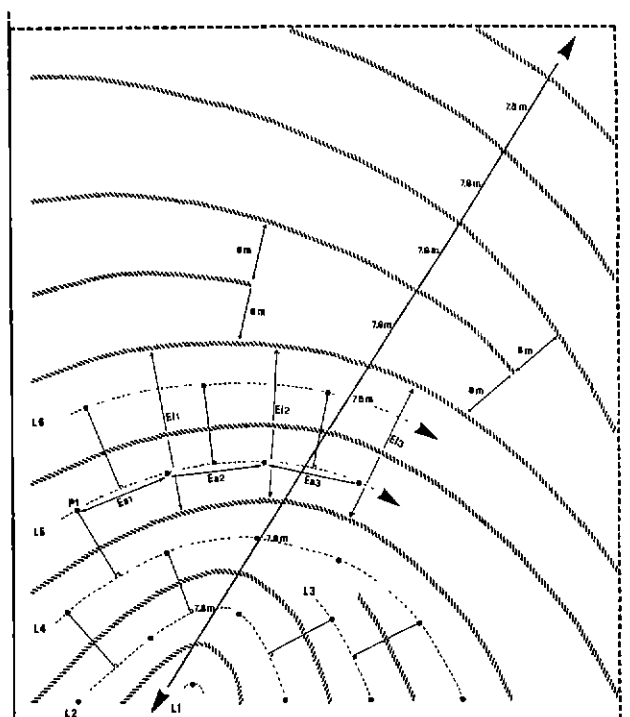


FIG. 5a. — Estacada de 2 líneas (L5 y L4) en curvas de nivel

FIG. 5b. — Apreciación del plano parcelario después de la estacada

De hecho, se trabajará con una plantilla de 7 personas:

- 2 personas (1 decámetro) miden la distancia entre 3 apilados,
- 2 personas (1 decámetro, 2 estacas) colocan las estacas en la línea aval, controlan la distancia y la alineación curvilínea de las estacas,
- 2 personas (1 escuadra óptica, 1 estaca) colocan las estacas en la línea arriba, y controlan la alineación de las estacas,
- 1 persona lleva una provisión de estacas y suministra las dos plantillas.

Las líneas serán colocadas en medio del espacio ubicado entre los apilados. Un control final rápido permite que se verifique la alineación de la totalidad de las estacas y que se añada a veces una estaca a la extremidad de las líneas suplementarias cuando el espacio lo permita.

Al final de cada parcela, un plano aproximativo de las líneas puede ser trazado por el jefe de plantilla (que utiliza la escuadra óptica) para facilitar las operaciones de siembra (Fig. 5b).

CUADRO V. — Costos adicionales de las diferentes técnicas de adecuaciones en curvas de nivel (por hectárea)

Técnica ⁽¹⁾	Costo adicional 1 (F CFA)
Método PHCI - Tasquibas	132.000
Método simplificado - Tasquibas	41.200
Método simplificado - Terrazas mecánicas	55.450
Método simplificado - Terrazas individuales	118.000

(1) Sin subsolado

Finalmente la operación de estacada siguiendo las curvas de nivel es más barata que en línea recta (Cuadro III) debido seguramente a que se necesita una precisión menor para establecer las líneas base y las alineaciones.

El costo adicional total de la operación es por supuesto variable según la adecuación antierosión que fue realizado (Cuadro V). Para una adecuación comparable, es bastante inferior a aquel que se precisa para aplicar técnicas previamente descritas (Caliman et Kochko, 1987; Prioux, 1987); con tasquibas, el ahorro realizado es del 69%.

Cuando se vaya a cosechar, a veces se precisa abrir pistas adicionales para la salida de los racimos, cuando las líneas son demasiado largas.

CONCLUSION

En plantaciones de palmas aceiteras, la erosión y el escurrimiento de los terrenos con declive son fenómenos a menudo discretos, a veces espectaculares, pero que afectan seriamente la calidad de los suelos y de este modo mismo la productividad de las plantaciones implantadas y futuras.

La técnica simplificada para plantar siguiendo las curvas de nivel que se expone, permite paliar estos fenómenos con costos de implantación relativamente bajos, comparados con técnicas empleadas previamente. Especialmente la asociación plantaciones en curvas de nivel/tasquibas, cuyo costo puede ser repartido en el tiempo es bastante barata, eficaz y su realización muy sencilla.

Estas técnicas constituyen una adaptación a las condiciones topográficas. Al evitar el escurrimiento contribuyen al mantenimiento de la fertilidad de los suelos y favorecen la infiltración del agua pluvial que por lo tanto las palmas aprovechan mejor. También permiten que se explote el palmeral con menos penosidad.

J.P. CALIMAN - M. AUBRY